1) Графический метод расчета регулирования речного стока с использованием ИКС.

РРС – процесс перераспределения стока во времени.

Регулирование:

1. Водноэнергетическое (напор и расход);
2. Водохозяйственное (расход).

Цикл регулирования – промежуток времени от начала сработки с ▼НПУ до ▼УМО, а затем наполнение водохранилища до ▼НПУ.

Регулирование:

1. Кратковременное (суточное, недельное);
2. Длительное (сезонное, годовое, многолетнее).

МРС – перераспределение речного стока между многоводными и маловодными годами с целью увеличения гарантированной отдачи, гарантированные NГЭС и ЭГЭС.

Показатели многолетнего регулирования:

Коэффициент зарегулированной отдачи – ;

Относительный объем водохранилища – , где ;

Рα – обеспеченность зарегулированной отдачи

Сv – коэффициент вариации - , где

CS - .

Графический метод расчета:

“+”

* Простота
* Наглядность
* Возможность получения основных параметров регулирования (полезный объем; гарантированная водоотдача; глубина снижения водоотдачи за пределами расчетной обеспеченности)



“-”

* Невысокая точность
* Трудоемкость
* Невозможность расчета ГЭС в каскаде



Vполез=Vмногол+Vгод

Если β > 0,5 - водохранилище может вести многолетнее регулирование.

Соотношение многолетней и сезонной составляющей зависит от:

1. Изменчивости годового стока
2. Наличие корреляции между стоками смежных лет
3. Характер внутригодовой неравномерности стока
4. Требования потребителей к зарегулированному расходу

Максимальный зарегулированный расход - .

2) Табличный метод расчета многолетнего регулирования стока.

Сводится к решению уравнения водного баланса в каждый расчетный интервал времени.

Интервал времени зависит от:

1. Интенсивности изменения притока
2. Необходимой точности расчета
3. Требований участников ВХК к режиму речного стока

Исходные данные:

▼НПУ; ; Qпр(t); ∆ti – расчетный интервал; Qшлюз; Qфильтр; Qиспар; Qлед.

Последовательность расчета:

Задаемся Qтурб => Zнб

* если => снижаем ;

если => повышаем ;

Условие сходимости .

3) Использование обобщенных характеристик в расчетах многолетнего регулирования стока.

Порядок расчета:



1. Задаются рядом значений α
2. Принимаем Рα
3. По характеристике зная Рα находим α => βмног

Определение годовой составляющей.

Строится годовой расчетный гидрограф

Отдача за 1 месяц :

Сработка водохранилища за 1 месяц:

Сработка водохранилища за год:

;

В этом методе не учитываются потери из водохранилища, но тем неменее они существуют



4) Учет потерь воды из водохранилищ в расчетах многолетнего регулирования.

1. Потери на шлюзование

n – число шлюзований за период работы; l, b, h – длина, ширина, высота шлюза; t – время навигации на реке

2. Потери на фильтрацию Qфильтр

3. Испарение зависит от площади зеркала, от температуры окружающей среды

Qиспр=f(Fв-ща, t°)

4. Потери на лед – потери , которые происходят при сработке водохранилища , когда лед оседает.



5) Влияние СV, CS, r, Pα на полезную емкость водохранилищ многолетнего регулирования стока.

1) СV

Cv2>Cv1 (чем выше Cv, тем больше объем водохранилища требуется чтобы зарегулировать сток)



2) Cs

CS1>2CV чем выше CS тем больше объем водохранилища чтобы обеспечить расход Qрег



CS2=2CV

3) r

r1<r2 => V2пол > V1пол



4) Рα чем выше расчетная обеспеченность, тем выше Vпол

6) Основные экономические критерии, используемые при выборе параметров ГЭС.

Метод сравнения экономической эффективности

Условия:

1. Наличие как минимум двух вариантов
2. Приведение всех сравниваемых вариантов к одному энергетическому эффекту
3. Одновременность получения энергетического эффекта во всех сравниваемых вариантах

Схема расчета:



1. Намечается диапазон изменения напора y
2. Выбираются варианты значения напора y
3. Для каждого варианта напора y определяются экономические показатели ( кап. вложения, издержки)
4. Из всех сравниваемых вариантов напора y выбирается тот, который обеспечивает максимальное значение вытесняющей мощности и принимается за базовый
5. По отношению к базовому варианту определяется величина снижения мощности и выработки в других вариантах
6. По величинам снижения мощности и выработки определяются параметры
7. По величинам дополнительной мощности и выработки других эл./ст. определяются дополнительные экономические показатели
8. По каждому варианту параметра y определяется суммарные кап. вложения и издержки
9. Оптимальным значением напора y будет то y у которого суммарные затраты будут меньше

7) Экономическое обоснование отметки НПУ.

Схема выбора ▼НПУ:

1. Задается диапазон изменения ▼НПУ. Максимальная ▼НПУ определяется условием затопления, геологическими условиями. Минимальная ▼НПУ – условиями заиления и нормальной работы водозабора
2. Задается шаг изменения ▼НПУ. Н>100 м => h=5-10 м;

Н>30 м => h=2-3 м;

Н>10 м => h=0,5-1 м.

Сравнению подлежат только экономические показатели, оцененные в денежном выражении, а технические показатели выровнены

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1-й вариант  (с какой-то ▼НПУ) |  | 2-й вариант  (заменяем ТЭС) |  |
| К1  И1 | >  > | К2  И2 | 2-й лучше |
| К1  И1 | >  = | К2  И2 | 2-й лучше |
| К1  И1 | >  < | К2  И2 | ∆К=К1-К2  ∆И=И2-И1 |

– срок окупаемости. Показывает сколько рублей дополнительных кап. вложений вкладывается на 1 рубль экономических ежегодных издержек (через сколько лет дополнительные кап. вложения окупятся).

*-* выгодно строить более дорогой объект



*-* выгодно строить более дешевый объект

8) Особенности выбора оптимальной отметки УМО.

При заданной отметке НПУ конечная глубина сработки водохранилища определяет уровень мертвого объема и полезную емкость водохранилища.



Чем ниже ГЭС, тем ниже глубина притока

Чем больше емкость верхних станций, тем меньше сработка нижних станций

А и В – та глубина при которой будет максимум сработки

Чем ниже напор, тем больше расход, тем больше агрегатный блок, тем больше здание ГЭС.

Чем выше глубина сработки, тем больше меняется площадь зеркала водохранилища



9) Обоснование установленной мощности ГЭС.

Факторы влияющие на величину установленной мощности:

1. Природные факторы:

1. Гидрология
2. Зависимость напора от расхода
3. Геология

2. Регулирование стока ( глубина)

3. Системные факторы:

1. Неравномерность графика нагрузки
2. Структура генерирующей мощности
3. Наличие ЛЭП

4. Экономические факторы:

1. Экономические показатели между проектируемой ГЭС и заменяющей ТЭС

Структура капиталовложений:

∆Кгэс=∆Кобор+∆Кзд.гэс+∆Кгтс +∆Клэп

Для ГЭС различают два показателя:

1. Стоимость основного кВт

1. Стоимость дополнительного кВт мощности. (Представляет собой отношение кап. вложений по гидроузлу к приращению установленной мощности ГЭС)

КN=300 руб/кВт



- высоконапорные ГЭС

- низконапорные ГЭС

10) Особенности обоснование сезонной, дублирующей мощности.

Три функции мощности ГЭС:

1. Вытесняющая

2. сезонная дублирующая мощность

3. частично-вытесняющая мощность

Если мощность вытесняющая, то αN > 1 (

αN – коэффициент пересчета

Если мощность сезонная дублирующая, то αN =0

Если мощность частично-вытесняющая, то 1>αN >0

Сезонная дублирующая мощность устанавливается на ГЭС с небольшим водохранилищем, неспособным аккумулировать весь паводочный сток. Поэтому, ввиду неизбежных сбросов лишней воды устанавливают дополнительную мощность, которая не вытесняет ТЭС в системе. Установка такой мощности оправдывается только экономией топлива. Необходимость сбросов воды в паводок может быть обоснована требованием участников ВХК (сельского хозяйства, рыбного хозяйства).

11) обоснование мощности ГЭС в энергосистеме с плотными годовыми графиками нагрузки.

В системе с плотными графиками нагрузки, где обязательно требуется резерв на капитальный ремонт, установка сезонной мощности на ГЭС может экономить величину ремонтного резерва, причем эта экономия будет меньше, чем сама установленная мощность на ГЭС.

Любой ремонт оборудования приведет к дефициту мощности. Постоянность загрузки дает возможность работать с повышенным КПД.



Если установить сезонную мощность то чем выше продолжительность использования, то тем выше коэффициент пересчета.

12) Учет динамики развития систем при обосновании величины установленной мощности ГЭС.

Nгар – это средняя интервальная мощность которая обеспечивается водой с обеспеченностью 90-95% при условии, что используется 24 часа в сутки, а также в течении года.



Через 20 лет можно построить больше ГЭС

Критерий: равенство затрат ГЭС и на заменяемые станции

t – срок, через который Nсез станет Nвытесн

Выбор установленной мощности одновременно или последовательно строящихся станций.

1. Пусть задано графическое развитие в энергосистеме

2. Пусть сезонный провал достаточен для проведения ремонта

На этот момент существуют 3 группы ГЭС:

- построенные

- строящиеся

- проектируемые

Мы распределяем установленную мощность между станциями

Зная



Развитие установленной мощности очередями

Факторы определяющие необходимость и целесообразность сооружения ГЭС очередями:

* Перспективы развития нагрузки
* Изменение состава каскада (ввод новых ГЭС)
* Технико-экономические предпосылки развития установленной мощности с разрывом во времени
* Возможность развития мощности ГЭС с точки зрения типов гидротехнических сооружений, компоновки гидроузла, оборудования ГЭС и т.д.

13) Выбор оптимальных параметров силового оборудования ГЭС.

Основными параметрами силового оборудования ГЭС являются:

1 – тип турбины

2 – параметры турбины и генератора

3 – количество агрегатов

4 – отметка рабочего колеса турбины

Все эти параметры определяются совместно.

Задаются: мощность, расчетный напор, диапазон колебания напоров, режим использования ресурсов.

ΔКГЭС=Ктурб+Кген+Кэл.часть+Кзд.гэс+Клэп+Ксоор

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант |
| К1>K2  И1>И2  N1=N2  Э1=Э2 | К1>K2  И1>И2  N1=N2  Э1>Э2 | К1>K2  И1>И2  N1>N2  Э1>Э2 | - дополнительные затраты на дополнительную мощность |

ΔКГЭС+ΔИГЭС=bэк\*Зтопл\*ΔЭ\*αЭ

ΔКГЭС=К1-К2

ΔИГЭС=И1-И2

ΔЭ=Э1-Э2

αЭ – коэффициент пересчета

14) Выбор оптимальной величины генераторной мощности ГЭС.

Расчетный напор – это минимальный напор при котором может быть получена номинальная мощность генератора при расчетном cosφ.



При напорах ниже расчетного мощность генератора ограничена турбиной и оказывается тем меньше чем меньше напор соответствующий наименьшей мощности ограничения полученный при меньших напорах.

Расчетный напор выбирается по наиболее напряженному месяцу энергосистемы в последующие месяцы напоры будут меньше расчетного => располагаемая мощность будет снижаться если учесть, что снижение нагрузки значительно, а доля нагрузки невелика, то обычно снижение нагрузки определяет снижение мощности

ΔКГЭС=ΔКген+ΔКэл.часть +ΔКЛЭП

15) Выбор расчетной величины обеспеченности Рα энергоотдачи ГЭС.

Расчетная обеспеченность – вероятность того, что энергоотдача ГЭС будет не меньше величины принимаемой в балансе ЭС.

Величина расчетной обеспеченности определяет собой величину гарантированной мощности которой располагает ГЭС в момент прохождения максимальной нагрузки системы или в любой напряженный момент.

Чем выше Рα, тем ниже установленная ГЭС



Факторы влияющие на расчетную обеспеченность:

1. Удельный вес ГЭС в системе (чем ниже вес тем ниже обеспеченность)

2. Характер регулирования стока: чем ниже глубина регулирования стока, тем меньшую обеспеченность можно допустить (Р>95% - многолетняя)

3. Структура генерирующих мощностей в системе и величина резерва мощности в системе

4. Структура потребителей

5. Экономические показатели по ГЭС и заменяющей ТЭС

Чем ниже Р, тем чаще в системе дефицит мощности.

ΔЗГЭС=Ен\*ΔКГЭС+ΔИГЭС+ΔЗдеф

ΔЗдеф=hдеф\*ΔNдеф\*αдеф ; αдеф – удельные затраты на компенсацию дефицита

- в изолированной системе дефицит оценивается по величине ущерба от недоотпуска ЭЭ одному из потребителей

- в ОЭС проводятся планово – предупреждающие ограничения потребителей на период прохождения максимальной нагрузки.

Эти затраты связаны с:

1. Понижение производительности труда при работе в ночь

2. Увеличение заработной платы за сверхурочную работу

3. Использование оборудования в неэкономичном режиме

4. Перерасход сырья

5. Нарушение планов ремонтов оборудования

16) Экономическое обоснование величины вытесняющей мощности ГЭС.

Факторы, влияющие на величину вытесняющей мощности ГЭС:

Природные:

1. Гидрология
2. Зависимость расхода от напора
3. Геология

Глубина регулирования стока

Системные факторы:



1. Неравномерность графика нагрузки
2. Структура генерирующих мощностей
3. Наличие межсистемных ЛЭП

Экологические факторы

Разность экономических показателей ГЭС и заменяющей ТЭС

Кгэс=Кобор+Кзд.гэс+Кгтс +Клэп

Экономический расчет Nгэс – вытесняющая.

Экономические критерии: ∆Згэс=∆ЗзамКЭС

Ен\*∆Кгэс+∆Игэс=Ен\*∆Ккэс+∆ИзамКЭС+∆Зтопл

∆КзамКЭС=КзамКЭС\*∆NзамКЭС

∆NзамКЭС=∆Nгэс\*aN

17) Учет изменения показателей по каскаду при обосновании параметров ГЭС.

Нижняя ГЭС (3): Расход в ВБ ГЭС3 (приточность) увеличится в маловодный период и уменьшится в многоводный. Т.е. приток станет более равномерным => сработки не будет => дополнительный эффект на напоре



На верхней ГЭС (1) появится подпор появляются потери энергии

18) Факторы, влияющие на эффект от совместной работы ГЭС в ОЭС.

1. Асинхронность стока
2. Глубина регулирования стока в водохранилищах. На одной ГЭС маловодный год, зато на другой ГЭС с большим водохранилищем может компенсировать недовыданную мощность
3. Ограничение пропускной способности ЛЭП (по выдачи мощности)
4. Напор ГЭС (разный удельный расход на кВт\*ч)

19) Использование водных ресурсов. Водопотребление и водопользование.

Водопотребление – это использование воды с изъятием ее из водотока, водоема или подземного бассейна. Изъятие может быть безвозвратным, с частичным возвратом или с полным возвратом в отдаленном от водозабора месте.

Водопользование – это все направления использования воды, несопряженные с ее изъятием из водоисточнока ( судоходство, рыбное хозяйство, гидроэнергетика, рекреация).

20) Водоснабжение. Нормы хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения.

Цель: снабжение водой населенных мест, промышленные предприятия и сельское хозяйство.

Требования сводятся к поддержанию определенного уровня воды у водозабора.

Направления:

1) Хозяйственно-питьевое водоснабжение в жилых домах и коммунальных предприятиях. Поливка улиц, бассейны, больницы, детские сады.

2) Производственное потребление

А) промышленное потребление

Б) транспорт

В) энергетика (ТЭС)

Г) сельское хозяйство

Требования к качеству воды:

1. Прозрачность
2. Отсутствие запаха
3. Отсутствие привкуса
4. Отсутствие бактерий, размером больше допустимых
5. Отсутствие взвешенных загрязнителей

Нормы хозяйственного водопотребления

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Степень благоустройства | Среднесуточная норма на человека | Коэффициенты неравномерности | |
| Ксут | Кчас |
| Без водопровода и канализации  Водопровод и канализация  Водопровод канализация, центральное отопление, горячее водоснабжение | 40-60  125-150  275-400 | 1,33-1,2  1,12-1,13  1,0-1,05 | 2-1,8  1,6-1,4  1,25-1,15 |

;

Производственное потребление:

1. Для выпуска продукции
2. Для охлаждения машин и механизмов
3. Для промывки деталей и изделий

100% - весь объем потребления:

Черная металлургия – 24%

Химическая промышленность – 10%

Цветная металлургия – 17%

Топливная и нефтяная промышленность – 13%

Целлюлозно-бумажная – 11%

Расход воды на единицу промышленной продукции зависит от мощности предприятия, схемы технологического процесса и режима использования воды в этом технологическом процессе.

21) Системы водоподачи. Прямоточная система подачи воды. Ее преимущества и недостатки.

Водозабор ведется в верховьях реки а сбрасывается ниже по течению. Негативное влияние такой системы водоподачи это постоянное загрязнение реки в низовье.



“+” Высокое качество воды

“-” Загрязнение окружающей среды

22) Оборотная система подачи воды. Ее преимущества и недостатки.



1. Используется при ограничении водного ресурса.

2. Исключает сброс отработанных вод в реку => меньше загрязнения.

“-” Большие капиталовложения

“+” Отсутствие зависимости от реки

Применяется на водоемких предприятиях

23) Система последовательной подачи воды потребителям. Область ее применения.

Возможно подключение до 10-12 производств в одной цепочке.



“+” Не требует больших капиталовложений

“-” Не высокое качество воды

24) Водный транспорт. Требования водного транспорта к режиму речного стока. Способы удовлетворения этих требований.

На период навигации поддерживать необходимые для плавания габариты: глубина, ширина русла, радиус закругления.



Мероприятия для удовлетворения требований водного транспорта:

1. Создание подпора (шлюзование реки) должно быть место для отстоя судов в ВБ и НБ
2. Увеличение меженных расходов путем регулирования стока в выше расположенных водохранилищах
3. Устройство обстановки: обеспечение безопасности плавания, расстановка знаков и сигнализации
4. Очистка и углубление русла: 1) Очистка форватора и всего русла от отдельных предметов; 2) Дноуглубление и землечерпание: углубление судового русла путем удаления грунта.
5. Сроки навигации: начало – освобождение реки от льда (апрель); конец – установление ледяного покрова (октябрь, ноябрь)
6. Суточный режим работы ГЭС в зимний период

25) Сельское хозяйство. Требования сельского хозяйства к режиму речного стока. Режимы орошения, нормы полива, виды орошения.

Вода расходуется на:

1. Орошение
2. Обводнение
3. Водоснабжение

Орошение

Основные зоны орошения – зоны неустойчивого и недостаточного увлажнения

Т=Ур\*Е – потребность в воде (м3/га)

Ур – урожайность (ц/га)

Е – водопотребление для производства 1 центнера продукции (м3/ц)

Увлажнение – обеспечение питания водой растений

а) регулярное (правильное)

б) однократно действующее (паводковое)

Удобрительное – внесение в почву питательных веществ

а) орошение речными водами ( с внесением удобрения)

б) орошение городскими сточными водами

Промывочное – борьба с засолонением

Полив: а) поверхностный

б) подпочвенный

Требования к качеству воды

1. Содержание твердых частиц не должно быть более 0,15 мм
2. Концентрация растворенных солей не должно превышать 1,0-1,5 г/л. Если 1,5-5,0 г/л – использование с ограничением; более 5 г/л не приемлема

Обводнение – на территории создаются пруды. Вода из этих прудов используется для сельского хозяйства и рыбного хозяйства.

26) Требования рыбного хозяйства к режиму речного стока. Требования рыбного хозяйства режиму уровней водохранилищ.

* Касается водохранилищ и низовьев рек ( в устье)



* Qт=14500 м3/с
* Qнб=28000 м3/с

27) Требования гидроэнергетики к режиму водохранилищ.

1. Получение максимальной выработки ЭЭ
2. Максимальная располагаемая и рабочая мощности в моменты прохождения максимальной нагрузки
3. Максимальный диапазон изменения мощности в течении суток

28) Диспетчерские правила управления режимом работы водохранилищ ГЭС.

1. Обеспечение безопасности основных сооружений гидроузла и его бьефов



1. Обеспечение гарантированной отдачи потребителям (мощности и воды)
2. Обеспечение максимального использования речного стока и минимизации затрат в системе

Диспетчерский график:

1 – работа ГЭС с Nгэс=Nгар

2 – работа ГЭС с Nгэс>Nгар

3 – работа ГЭС с Nгэс<Nгар

3 – работа ГЭС с Nгэс=Nгэсуст, Qводосброс

29) Понятия вытесняющей, рабочей, сезонной (дублирующей) и установленной мощности ГЭС.

Вытесняющая мощность – такая мощность, которая может заменить в энергосистеме установленную мощность другой электростанции

Рабочая мощность – та максимальная мощность с которой ГЭС работает в графике нагрузки

Nраб=Nуст+∆Nрез; ∆Nрез – тот резерв который требует система (10%)

Сезонная мощность ( дублирующая) – устанавливается на ГЭС с небольшим водохранилищем, не способным аккумулировать поводочный сток. Она не вытесняет мощность ТЭС из графика нагрузки, а устанавливается с целью экономии топлива. Для нее αN=0.

Установленная мощность – мощность которую может выдать энергооборудование ГЭС.